



#### **4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
  - 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
  - 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет ступенчатого диафрагменного уплотнения третьей ступени камерной части цилиндра (определить расход через уплотнение, потерю располагаемой энергии, давления в камерах между гребнями).
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере третьей ступени камерной части цилиндра.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток на диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по системе тепловых расширений турбины.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 21 декабря 2018 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ /Шевелев С.А./

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Берикболов Н.С./

“ 01 “ сентября 2018 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (02)**

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-550-7,0/50 с двумя вынесенными сепараторами.

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 Берловскому Ивану Андреевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	550 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	7,0 МПа
- степень сухости	0,995
- конечное давление	4,0 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+С
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – П – С – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,87
ЧНД	0,87
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- внутренние относительные КПД турбопривода	0,84
- конечное давление приводной турбины	5,0 кПа
- слив конденсата из конденсатора турбопривода	в основной конденсатор
- место установки питательного насоса	перед третьей ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку автомат безопасности

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.



« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (03)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара  
К-600-6,5/50 с сепаратором и двухступенчатым пароперегревателем.

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 Вагину Ивану Николаевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	600 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	6,5 МПа
- степень сухости	0,990
- конечное давление	5,5 кПа
- число регенеративных отборов	6
- система осушки пара	С+ПП <sub>1</sub> +ПП <sub>2</sub>
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С <sub>м</sub> – П – П – П
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,89
ЧСД	0,89
ЧНД	0,89
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед третьей ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

3. **ЗАДАНИЕ** на специальную проработку опорно-упорный подшипник

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.

- 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
- 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет ступенчатого диафрагменного уплотнения третьей ступени (определить расход через уплотнение, потерю располагаемой энергии, давления в камерах между гребнями).
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере шестой ступени.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

## **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 21 декабря 2018 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ /Шевелев С.А./

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ /Вагин И.Н./

“ 01 “ сентября 2018 г.

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (04)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара  
К-650-7,5/50 с сепаратором и одноступенчатым пароперегревателем.

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 ВАСИЛЬЕВУ Александру Игоревичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	650 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	7,5 МПа
- степень сухости	1
- конечное давление	3,5 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+ПП
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – П – С
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,90
ЧНД	0,90
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку организация тепловых расширений турбины

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.

- 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет «закрутки» лопаток последней ступени цилиндра методом постоянного удельного расхода пара по пяти сечениям.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере четвертой ступени.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

## **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Чертежи крепления лопаток в диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию (схема организации температурных удлинений; конструкции узлов обеспечивающих температурные удлинения).

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 21 декабря 2018 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ /Шевелев С.А./

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Васильев А.И./

“ 01 “ сентября 2018 г.



« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (05)**  
**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара**  
**К-700-6,0/50 с сепаратором и одноступенчатым пароперегревателем**

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 ВЕСЕЛОВУ Даниилу Юрьевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	700 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	6,0 МПа
- степень сухости	0,995
- конечное давление	4,5 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+ПП
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – П – С – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,83
ЧНД	0,83
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед третьей ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку **концевые уплотнения цилиндра**

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.



« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (06)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-750-6,5 с  
сепаратором и двухступенчатым пароперегревателем.

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 Во Тхи Ле Тху

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) турбины. Разработать конструкцию и выполнить чертежи турбины в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	750 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	6,5 МПа
- степень сухости	0,990
- конечное давление	4,0 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+ПП <sub>1</sub> +ПП <sub>2</sub>
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – П – С <sub>м</sub> – П – П – П
- внутренние относительные КПД турбины на перегретом паре: ЦВД	0,85
ЦНД	0,85
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку опорно-упорный подшипник

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.



« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (07)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»

Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара

К-800-7,0/50 с сепаратором и двухступенчатым пароперегревателем.

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 ГАБИДУЛЛИНОЙ Динаре Анасовне

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	800 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	7,0 МПа
- степень сухости	1
- конечное давление	5,5 кПа
- число регенеративных отборов	6
- система осушки пара	С+ПП <sub>1</sub> +ПП <sub>2</sub>
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД (1 отсек)	0,87
ЧВД (2 отсек)	0,87
ЧНД	0,87
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед третьей ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>
- особые условия проектирования	- ЧВД выполнена по петлевой схеме движения пара; - ступени первого отсека реактивные (барабанный ротор) с $\rho=0,5$ .

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку разгруженный регулирующий клапан

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.



« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (08)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»

Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара  
К-850-7,5/50 с двумя вынесенными сепараторами.

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 Данг Куок Ань

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	850 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	7,5 МПа
- степень сухости	0,995
- конечное давление	3,5 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+С
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – П – См
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,89
ЧНД	0,89
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку Автомат безопасности

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.





« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (09)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект двухпоточного ЦВД турбины насыщенного пара К-900-5,8/50 с  
сепаратором и одноступенчатым пароперегревателем

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 До Тхань Куок

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

#### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	900 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	5,8 МПа
- степень сухости	0,990
- конечное давление	4,5 кПа
- число регенеративных отборов	6
- система осушки пара	С+ПП
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – С
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,90
ЧНД	0,90
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку концевые уплотнения цилиндра

#### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.



« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (10)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-250-5,5/50 с двумя вынесенными сепараторами.

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 Доан Тхао Нгуен

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	250 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	5,5 МПа
- начальная температура	300 °С
- конечное давление	4,5 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+С
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – П – С – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,87
ЧНД	0,87
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку стопорный клапан турбины

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (11)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара К-300-6,0/50 с сепаратором и  
двухступенчатым пароперегревателем**

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 КАЛЕНСКОМУ Александру Владиславовичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	300 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	6,0 МПа
- начальная температура	320 °С
- конечное давление	4,0 кПа
- число регенеративных отборов	6
- система осушки пара	С+ПП <sub>1</sub> +ПП <sub>2</sub>
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – П
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,89
ЧНД	0,89
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед третьей ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>
- особые условия проектирования	- ЧВД двухпоточный; - ступни до второго отбора реактивные (барабанный ротор) с $\rho=0,5$ .

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку Опорно-упорный подшипник

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.



« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (12)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-350-6,5/50 с сепаратором и  
одноступенчатым пароперегревателем

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 КАНИЩЕВУ Александру Валерьевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	350 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	6,5 МПа
- начальная температура	350 °С
- конечное давление	5,5 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+ ПП
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,90
ЧНД	0,90
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед третьей ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку организация тепловых расширений турбины

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.

- 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет «закрутки» лопаток предпоследней ступени турбины методом постоянного удельного расхода пара по пяти сечениям.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере последней ступени.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки предпоследней ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

## **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Конструкция крепления лопаток на диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию (схема организации температурных удлинений; конструкции узлов обеспечивающих температурные удлинения).

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 21 декабря 2018 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ /Шевелев С.А./

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ /Канищев А.В./

“ 01 “ сентября 2018 г.



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (13)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины К-400-7,5/50 с сепаратором и одноступенчатым  
пароперегревателем.**

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 КУРЬИНУ Арсению Леонидовичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	400 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	7,5 МПа
- начальная температура	380 °С
- конечное давление	3,5 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+ ПП
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – П – С <sub>м</sub> – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,83
ЧНД	0,83
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- внутренние относительные КПД турбопривода	0,84
- конечное давление приводной турбины	6,0 кПа
- слив конденсата из конденсатора турбопривода	в основной конденсатор
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку \_\_\_\_\_ система маслоснабжения турбины.

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.

- 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
- 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
- 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет «закрутки» лопаток последней ступени цилиндра методом постоянного удельного расхода пара по пяти сечениям.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере шестой ступени.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

## **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Чертежи проточной части предпоследней ступени цилиндра (в меридиональной плоскости и по рассчитанным сечениям).
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 21 декабря 2018 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ /Шевелев С.А./

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ / Курьин А.Л./

“ 01 “ сентября 2018 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (14)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины К-450-6,0/50 с сепаратором и двухступенчатым  
пароперегревателем**

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 МЫТЫШОВУ Баиру Викторовичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	450 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	6,0 МПа
- температура	300°С
- конечное давление	4,5 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+ПП <sub>1</sub> +ПП <sub>2</sub>
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – П – С <sub>м</sub> – П – П – П
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,85
ЧНД	0,85
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- внутренние относительные КПД турбопривода	0,84
- конечное давление приводной турбины	5,0 кПа
- слив конденсата из конденсатора турбопривода	в основной конденсатор
- место установки питательного насоса	перед третьей ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку опорный подшипник

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.

- 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
- 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
- 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет диафрагменного уплотнения предпоследней ступени цилиндра (определить расход через уплотнение, потерю располагаемой энергии, давления в камерах между гребнями).
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере третьей ступени.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток на дисках.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 21 декабря 2018 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ /Шевелев С.А./

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ /Мытыпов Б.В./

“ 01 “ сентября 2018 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (15)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины К-250-6,5/50 с сепаратором и двухступенчатым  
пароперегревателем.**

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 Нгуен Нгок Лыонг

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	250 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	6,5 МПа
- температура	320 °С
- конечное давление	4,0 кПа
- число регенеративных отборов	6
- система осушки пара	С+ПП <sub>1</sub> +ПП <sub>2</sub>
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре:	
ЧВД	0,87
ЧНД	0,87
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>
- особые условия проектирования	ЧВД выполнена по петлевой схеме движения пара.

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку концевые уплотнения цилиндра

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (16)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»**  
**Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-300-7,0/50 с двумя вынесенными сепараторами.**

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 НЕРОДА Арине Юрьевне

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	300 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	7,0 МПа
- температура	350 °С
- конечное давление	5,5 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+С
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре:	
ЧВД	0,89
ЧСД	0,89
ЧНД	0,89
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед третьей ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку автомат безопасности с золотником привода стопорного клапана

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.

- 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
- 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
- 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет диафрагменного уплотнения третьей ступени цилиндра (определить расход через уплотнение, потерю располагаемой энергии, давления в камерах между гребнями).
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере пятой ступени.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток на диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 21 декабря 2018 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ /Шевелев С.А./

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ /Нерода А.Ю./

“ 01 “ сентября 2018 г.



« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (17)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара  
К-350-7,5/50 с сепаратором и одноступенчатым пароперегревателем.

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 ПАТЬКИНУ Владимиру Владимировичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	350 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	7,5 МПа
- температура	380 °С
- конечное давление	3,5 кПа
- число регенеративных отборов	6
- система осушки пара	С+ПП
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД (1 отсек)	0,87
ЧВД (2 отсек)	0,87
ЧНД	0,87
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

3. **ЗАДАНИЕ** на специальную проработку концевые уплотнения цилиндра

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.

- 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.
- 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет «закрутки» лопаток предпоследней ступени турбины методом постоянного удельного расхода пара по пяти сечениям.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере шестой ступени.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Чертежи проточной части предпоследней ступени цилиндра (в меридиональной плоскости и по рассчитанным сечениям).
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 21 декабря 2018 г.

**Руководитель проекта:** \_\_\_\_\_ /Шевелев С.А./

**Задание на проект принял:** \_\_\_\_\_ /Нерода А.Ю./

“ 01 “ сентября 2018 г.

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (18)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара  
К-400-5,8/50 с двумя вынесенными сепараторами

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 ПЕРЕВЕЗЕНЦЕВУ Николаю Александровичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	400 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	5,8 МПа
- температура	300 °С
- конечное давление	4,5 кПа
- число регенеративных отборов	6
- система осушки пара	С+С
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,89
ЧСД	0,89
ЧНД	0,89
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку концевые уплотнения цилиндра

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.

- 4.3.3. Определение геометрических размеров промежуточных ступеней давления и построение эскиза раскрытия проточной части цилиндра.
- 4.3.4. Уточнение расхода пара на турбину и геометрических размеров ступеней.
- 4.4. Расчет «закрутки» лопаток предпоследней ступени турбины методом постоянного удельного расхода пара по пяти сечениям.
- 4.5. Определение показателей тепловой экономичности турбины и турбинной установки.
- 4.6. Расчет осевого усилия на роторную часть на примере третьей ступени.
- 4.7. Расчет спецзадания.
- 4.8. Механический расчет элементов турбины.
  - 4.8.1. Расчет на прочность пера и хвостовика лопатки четвертой ступени.
  - 4.8.2. Расчет диафрагмы четвертой ступени на прогиб.
  - 4.8.3. Расчет ротора на критическое число оборотов.

#### **5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.**

- 5.1. Первый лист: Продольный разрез турбины. Узлы подвески диафрагм в обоймах и обоймы в корпусе. Конструкция диафрагменного уплотнения (в меридиональной и поперечной плоскостях). Крепление лопаток на диске.
- 5.2. Второй лист. Поперечный разрез турбины (по паровпуску и по одному из регенеративных отборов). Чертежи по спецзаданию.

**Примечание:** 1. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, а графическая часть - на листах формата А1. 2. Расчеты по п.4.3.3. желательно производить с использованием программы на ЭВМ.

**Срок сдачи проекта на проверку:** 21 декабря 2018 г.

**Руководитель проекта:** /Шевелев С.А./

**Задание на проект принял:** /Перевезенцев Н.А./

“ 01 “ сентября 2018 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (19)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара  
К-700-6,5/25 с сепаратором и одноступенчатым пароперегревателем**

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 ПОЛИКАРПОВУ Павлу Ивановичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	700 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	6,5 МПа
- степень сухости	0,990
- конечное давление	4,5 кПа
- число регенеративных отборов	6
- система осушки пара	С+ПП
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,89
ЧНД	0,89
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	25 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку концевые уплотнения цилиндра.

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (20)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашинны АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-750-7,0/25 с двумя вынесенными сепараторами.**

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 СВИНИНЫХ Артему Сергеевичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	750 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	7,0 МПа
- степень сухости	1
- конечное давление	4,0 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+С
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – П – С – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,90
ЧСД	0,90
ЧНД	0,90
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед третьей ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	25 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку концевые уплотнения цилиндра.

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощность турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.
  - 4.3.2. Тепловой расчет первой ступени по среднему диаметру.





Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (21)**

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦНД турбины насыщенного пара К-800-6,5/50 с сепаратором и  
двухступенчатым пароперегревателем.

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 СИДОРОВУ Кириллу Константиновичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	750 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	7,0 МПа
- степень сухости	0,995
- конечное давление	5,5 кПа
- число регенеративных отборов	6
- система осушки пара	С+ПП <sub>1</sub> +ПП <sub>2</sub>
- тип подогревателей (по номерам отборов)	II-II –II-См-II-II-II-II
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,90
ЧСД	0,90
ЧНД	0,90
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	50 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку организация тепловых расширений турбины

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину.
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

**З А Д А Н И Е (22)**

**на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины К-850-7,5/25 с сепаратором и одноступенчатым  
пароперегревателем.**

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 ЧЕБОТАРЕВУ Кириллу Романовичу

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

**2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.**

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	800 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	7,5 МПа
- степень сухости	0,990
- конечное давление	3,5 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+ПП
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – С – П – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре:	
ЧВД	0,85
ЧНД	0,85
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	25 с <sup>-1</sup>
- особые условия проектирования	ЧВД выполнена по петлевой схеме движения пара.

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку \_\_\_\_\_ организация тепловых расширений

**4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА**

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.



« У Т В Е Р Ж Д А Ю »  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.В. Воробьев  
«27» августа 2018 г.

### З А Д А Н И Е (23)

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбомашины АЭС»  
Тема: Проект ЦВД турбины насыщенного пара  
К-900-6,0/25 с сепаратором и одноступенчатым пароперегревателем.

Выдано студенту ИШЭ группы 5051 ШУПЛЕЦОВОЙ Елизавете Викторовне

**1. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ:** Спроектировать тепловую схему турбинной установки. Выполнить конструкторский расчет проточной части и механический расчет отдельных элементов (узлов) цилиндра. Разработать конструкцию и выполнить чертежи цилиндра в соответствии с ее тепловыми и механическими расчетами. Определить показатели тепловой экономичности турбины и турбинной установки.

### 2. И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е.

- электрическая мощность энергоблока $N_{Э}$	900 МВт
- начальные параметры пара:	
- давление	6,0 МПа
- степень сухости	1
- конечное давление	4,5 кПа
- число регенеративных отборов	7
- система осушки пара	С+ПП
- тип подогревателей (по номерам отборов)	П – П – П – С <sub>м</sub> – П – П – С <sub>м</sub>
- внутренние относительные КПД частей турбины на перегретом паре: ЧВД	0,87
ЧНД	0,87
- тип привода питательного насоса	турбопривод
- место установки питательного насоса	перед второй ступенью РППВ
- частота вращения ротора турбины	25 с <sup>-1</sup>

**3. ЗАДАНИЕ** на специальную проработку автомат безопасности

### 4. ОБЪЕМ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

- 4.1. Проект принципиальной тепловой схемы турбинной установки. Приближенная оценка процесса расширения пара в турбине. Определение предварительного расчетного расхода пара на турбину. [Результаты выполнения ИДЗ 5 по дисциплине «Термодинамические циклы АЭС»].
- 4.2. Определение предельной мощности турбины. Структурная схема турбины.
- 4.3. Конструкторский расчет проточной части турбины.
  - 4.3.1. Распределение теплоперепада турбины по ступеням давления. Определение числа ступеней.

